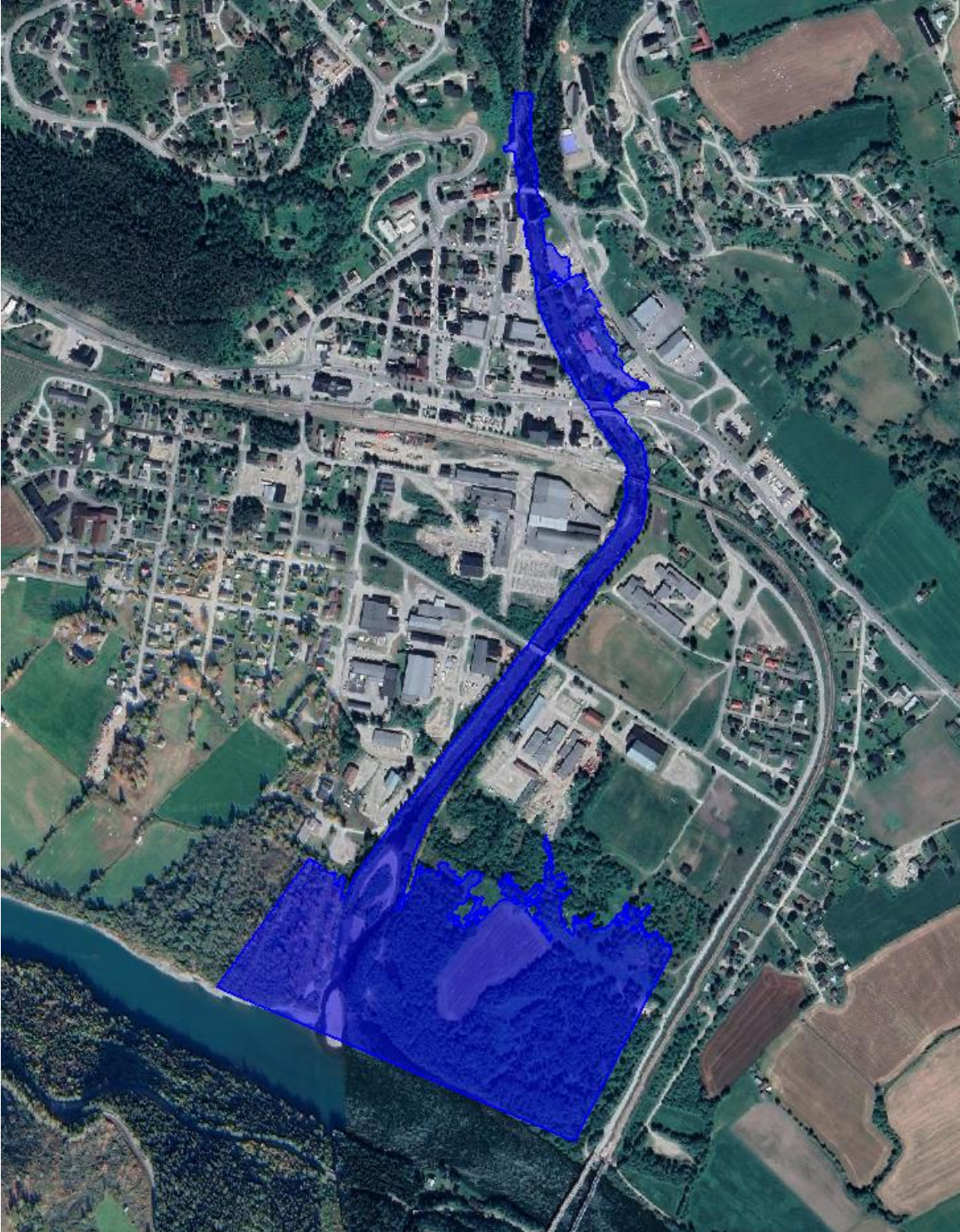


# Flomsone Våla, Ringebu



## Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Godkjent av
0	28/02/2023	Kommentarversjon	Maria H. Olsen	Johanne Rognstad

### Sammendrag

Sweco Norge AS er engasjert av Ringebru kommune for å oppdatere flomsonekartert for elven Våla som renner gjennom Ringebru sentrum. Dette inkluderer en oppdatert flomfareutredning. Flomfaren skal utredes i forbindelse med områderegeringsplan for Vålebru i Ringebru kommune.

Vannlinjeberegninger for elven Våla i Ringebru kommune viser at områder langs elven er flomutsatt ved 200 årsflom (+ 20 % klimafaktor). Modelleringen viser at området oppstrøms gangbruen i Brugata og E6-bruen er flomutsatt ved 200 årsflom i Våla. Vanndybden i terrenget her vil variere, men vil i begge områdene ha en maks dybde på omtrent 30 cm med unntak av noen lokale lavpunkt. På resterende elvestrekning holder vannføringen seg innenfor elvebredden

Beregningene viser at vannhastighetene i Våla varierer mellom 4 og 7 m/s. De høyeste hastighetene oppstår i elveprofilen, mens i terrenget oppstrøms E6, hvor Våla går over sine bredder er vannhastighetene lave, under 1 m/s.

Brupilaren på E6-bruen er lagt inn i modellen for å vurdere påvirkning på vannstand og strømningsforhold. Modellerte vannstander ved bruene og høyde på underkant bruer viser at vannstanden ved 200 årsflom ikke når opp til underkant brukar på noen av bruene, men fribordshøyden ved gangbruen i Brugata er lav.

Det er utført en sensitivetsanalyse ved å øke ruheten i modellen med 20 %. Ved økt ruhet øker vannstanden med opptil 33 cm i Våla. Ved gangbruen i Brugata vil da vannstanden gå opp til underkant bru. I det flomutsatte området oppstrøms gangbruen blir det en økning i høyeste vannstand på omtrent 24 cm. I det flomutsatte området oppstrøms E6 vil høyeste vannstand øke med omtrent 10 cm. Basert på sensitivetsanalysen og usikkerhet i modellgrunnlaget anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på 30 cm over modellert flomnivå.

<b>Sweco Norge AS</b>	967032271
<b>Prosjekt</b>	Flomfareutredning sentrumsplan Ringebru
<b>Prosjektnummer</b>	10234111
<b>Kunde</b>	Ringebru kommune
<b>Opprettet av</b>	Maria Hetland Olsen
<b>Dato</b>	28.02.2023
<b>Dokumentreferanse</b>	flomfareutredning_sentrumsplan_ringebru_rev0kommentarversjon.docx

# Innholdsfortegnelse

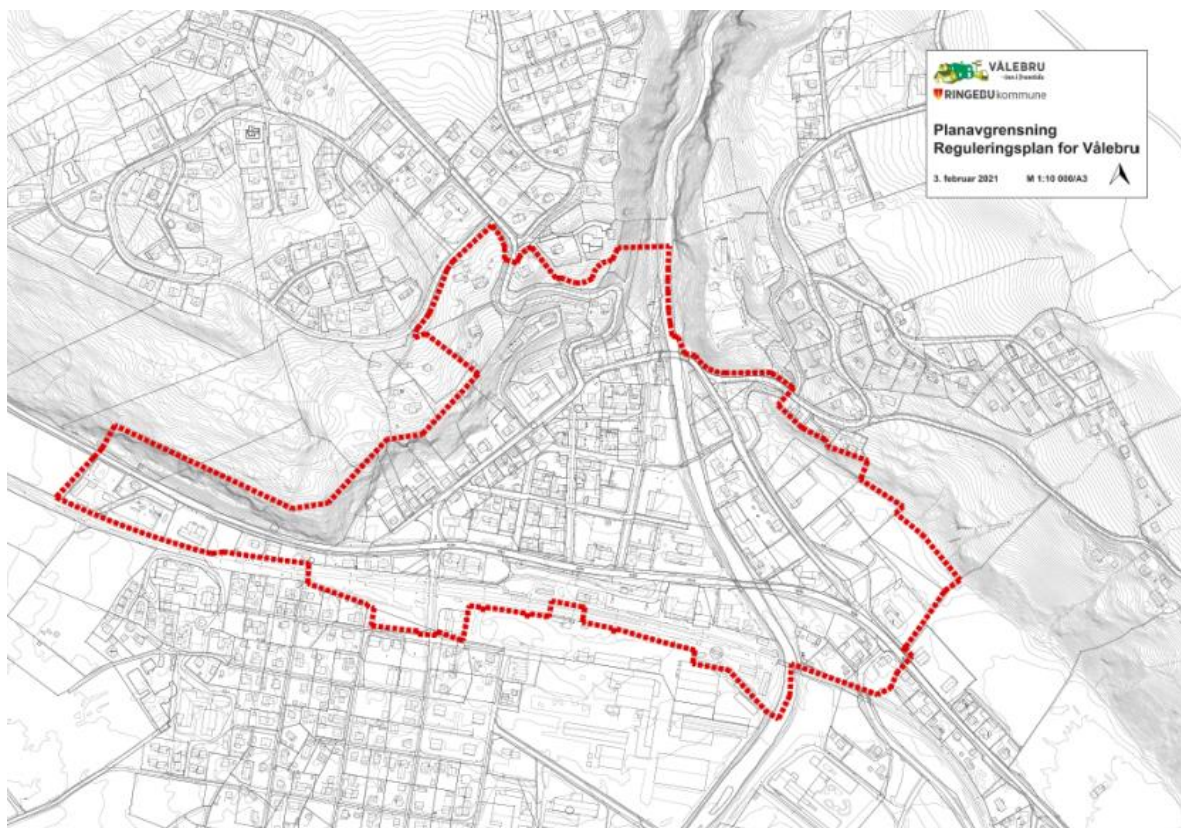
1	Innledning .....	4
1.1	Krav og forutsetninger .....	4
1.1.1	Gjentaksintervall for dimensjonerende flom .....	4
1.1.2	Klimapåslag .....	5
2	Flomberegninger .....	6
2.1	Feltegenskaper.....	6
2.2	Benyttet metode .....	6
2.3	Flomverdier .....	7
3	Hydraulisk modellering .....	8
3.1	Terrengmodell .....	8
3.2	Bruer.....	8
3.3	Grensebetingelser .....	11
3.4	Mannings ruhetskoeffisient .....	11
3.5	Resultat .....	12
3.5.1	Bruene .....	16
3.5.2	Sammenligning med tidligere flomsonekartlegginger.....	16
3.5.3	Sensitivitetsanalyse .....	17
3.6	Risikoreducerende tiltak.....	18
3.7	Usikkerhet .....	18
	Referanser .....	19



# 1 Innledning

Sweco Norge AS er engasjert av Ringebru kommune for å oppdatere flomsonekartert for elven Våla som renner gjennom Ringebru sentrum. Dette inkluderer en oppdatert flomfareutredning. Flomfaren skal utredes i forbindelse med områderegeringsplan for Vålebru i Ringebru kommune.

Det er utført flomsonekartlegging i området tidligere. NVE har gjort flomfarevurdering i 2004 (Naserzadeh & Larsen, 2004), men denne har ikke inkludert klimapåslag og er utdatert i forhold til terrengendringer i området langs vassdraget. Det er også utført en flomfarevurdering i Våla av Skred AS i forbindelse med reguleringsplan for Brugata 16 (Reinemo, 2020). Denne vurderingen omfatter ikke hele området som skal kartlegges i dette prosjektet. Det er derfor behov for en ny vurdering, med oppdatert terreng og klimapåslag, for området. Området som omfattes av sentrumsplanen er vist i Figur 0-1.



Figur 0-1: Elven Våla renner gjennom Ringebru sentrum og har utløp i Lågen. Området som omfattes i reguleringsplan er markert med rød sirkel.

## 1.1 Krav og forutsetninger

I dette avsnittet oppsummeres de veiledere og krav som er lagt til grunn for arbeidet i denne rapporten.

### 1.1.1 Gjentakintervall for dimensjonerende flom

Byggeteknisk forskrift, Tek17, oppgir krav til sikkerhet mot flom for byggverk. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i Tabell 0-1 ikke overskrides. Sikkerhetsklasse F2 omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold, herunder bolig, skole og barnehage.

Tabell 0-1: Sikkerhetsklasse for byggverk i flomutsatt område

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

### 1.1.2 Klimapåslag

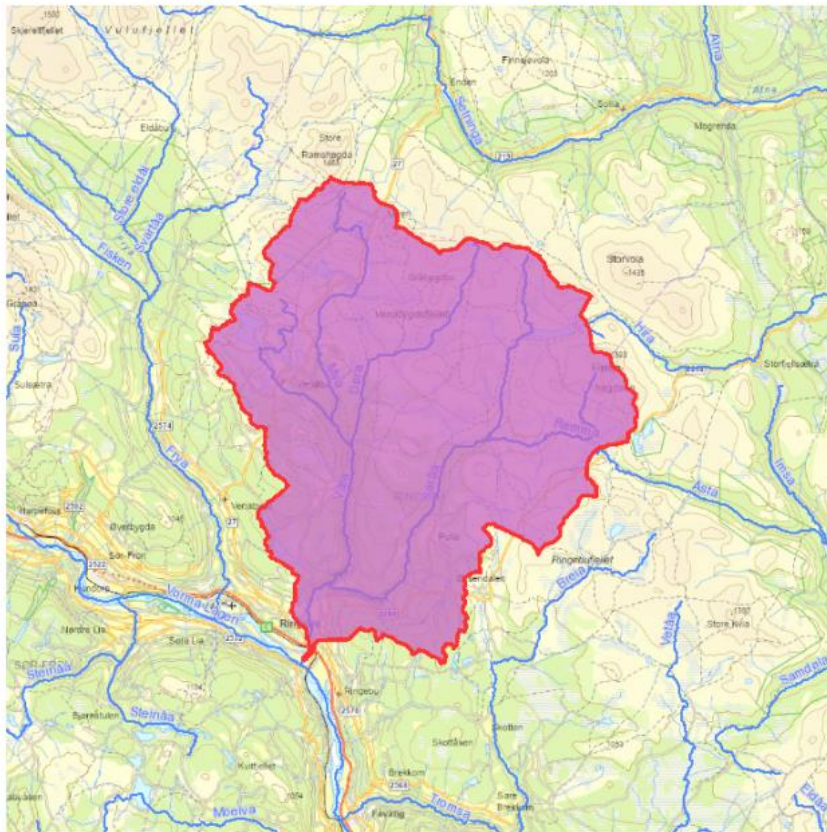
Norsk klimaservicesenter har opprettet fylkesvise klimaprofiler med anbefalinger om klimapåslag (Klimaservicesenter.no, 2022). For området ved Ringebru anbefales det 20 % klimapåslag.

## 2 Flomberegninger

Skred AS utførte flomberegninger for Våla i 2020 i forbindelse med flomsonekartlegging for Ringebu Park, GBnr 47/8 (Reinemo, 2020). Flomberegningene er utført for gjentaksintervall 200 år iht. TEK 17 §7-2. Det er tatt utgangspunkt i flomberegning utført av NVE i forbindelse med flomsonekartlegging i Lågen og Våla (Drageset, 2000), men ettersom det fantes flere år med måldata ble det utført nye flomfrekvensanalyser i 2020.

### 2.1 Feltegenskaper

Nedbørfeltet til Våla har et areal på omtrent 312 km<sup>2</sup>. Nedbørfeltet består av skog og snaufjell, og har lav innsjøprosent. Nedbørfeltet er vist i Figur 0-2 og feltegenskaper er oppgitt i Tabell 0-2.



Figur 0-2: Nedbørfeltet til Våla. Hentet fra nve.nevina.no

Tabell 0-2: Feltegenskaper til Våla

Nedbørfelt	Areal (km <sup>2</sup> )	Effektiv sjøprosent	Midlere avrenning (Q <sub>N</sub> )	Skog (%)	Snaufjell (%)	Høydeint. (moh)
Våla	0213	0,1	15	32	37	198 - 1421

### 2.2 Benyttet metode

Ettersom det ikke foreligger noen kjente målinger av flomvannføring i Våla, ble det benyttet representative målestasjoner i nærheten for å anslå middelflom og frekvensfordeling. Målestasjonene som er brukt er 2.63 Rudi, 2.303 Dombås og 2.614 Rosten.

Det ble utført flomfrekvensanalyse på måledata ved stasjonene for årsflommer, se Tabell 0-3.

Tabell 0-3: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel). Hentet fra Skred AS rapport (Reinemo, 2020).

Målestasjon	År	Middelflom		Q <sub>20</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Metode	Kurvekvalitet (flom)
		Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]				
2,63 Rudi*	24	60	163	-	-	-	Dårlig
2,303 Dombås	52	99	200	1,56	2,02	GEV (mom)	Dårlig
2,614 Rosten	101	305	166	1,62	2,19	GEV (max)	Bra

\*Langt inn en vannføring i måleserien for 1995-flommen på 140 m<sup>3</sup>/s.

Forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring ble estimert fra formelverk og forholdstall for vår- og høstflom på 1,26 og 1,49. Faktoren for vårflom ble vurdert til å være mest aktuell.

For utdypende beskrivelse av flomberegninger se Skred AS rapport (Reinemo, 2020) og NVEs flomberegningsrapport (Drageset, 2000).

## 2.3 Flomverdier

Skred AS konkluderer med at resultater fra tidligere flomberegninger, NVE 2000, er plausible og benytter samme flomverdier. Beregnede flomverdier er vist i Tabell 0-4. Det er benyttet flomverdi for 200 årsflom inkludert 20 % klimapåslag videre i flomsonemodelleringen.

Tabell 0-4: Flomverdier for Våla

Vassdrag	Q <sub>m</sub> (døgn) [l/s*km <sup>2</sup> ]	Q <sub>kulm</sub> /Q <sub>døgn</sub>	Q <sub>m</sub> (kulm) [l/s*km <sup>2</sup> ]	Q <sub>200</sub> /Q <sub>M</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>200</sub> kulm (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>200</sub> kulm (m <sup>3</sup> /s) + 20 % klimapåslag
Våla	218	1,26	275	2,21	190	228

## 3 Hydraulisk modellering

Alle hydrauliske beregninger er utført i HEC-RAS-2D 6.3.1 (HecRAS, 2022). Det er utført 2D-beregning i HEC-RAS med beregningsmetoden «SWE-ELM», som er gruntnvannsligninger med Euleriansk metode. Beregningen håndterer både over- og underkritisk strømning over tørt og vått terreng.

Inngangsdata til HEC-RAS-2D er en terrengmodell, ruhet (Manningskoeffisient) og grensebetingelser.

### 3.1 Terrengmodell

Terrengmodellen er hentet fra hoydedata.no, og det er brukt punktsky fra laserskanningen «NDH Ringebu-Fron-Gausdal 5pkt 2017». Laserskanningen har oppløsning på 0,25 m. Terrengmodellen gir vannoverflaten i Våla, ikke bunntopografien. Vannføringen i Våla under innmåling av terrenget var lav, og terrengdata er benyttet slik det foreligger.

Terrengmodellen er satt opp med en horisontal oppløsning på 1\*1 meter i og langs Våla. De 6 bruene som krysser Våla, er lagt inn i modellen.

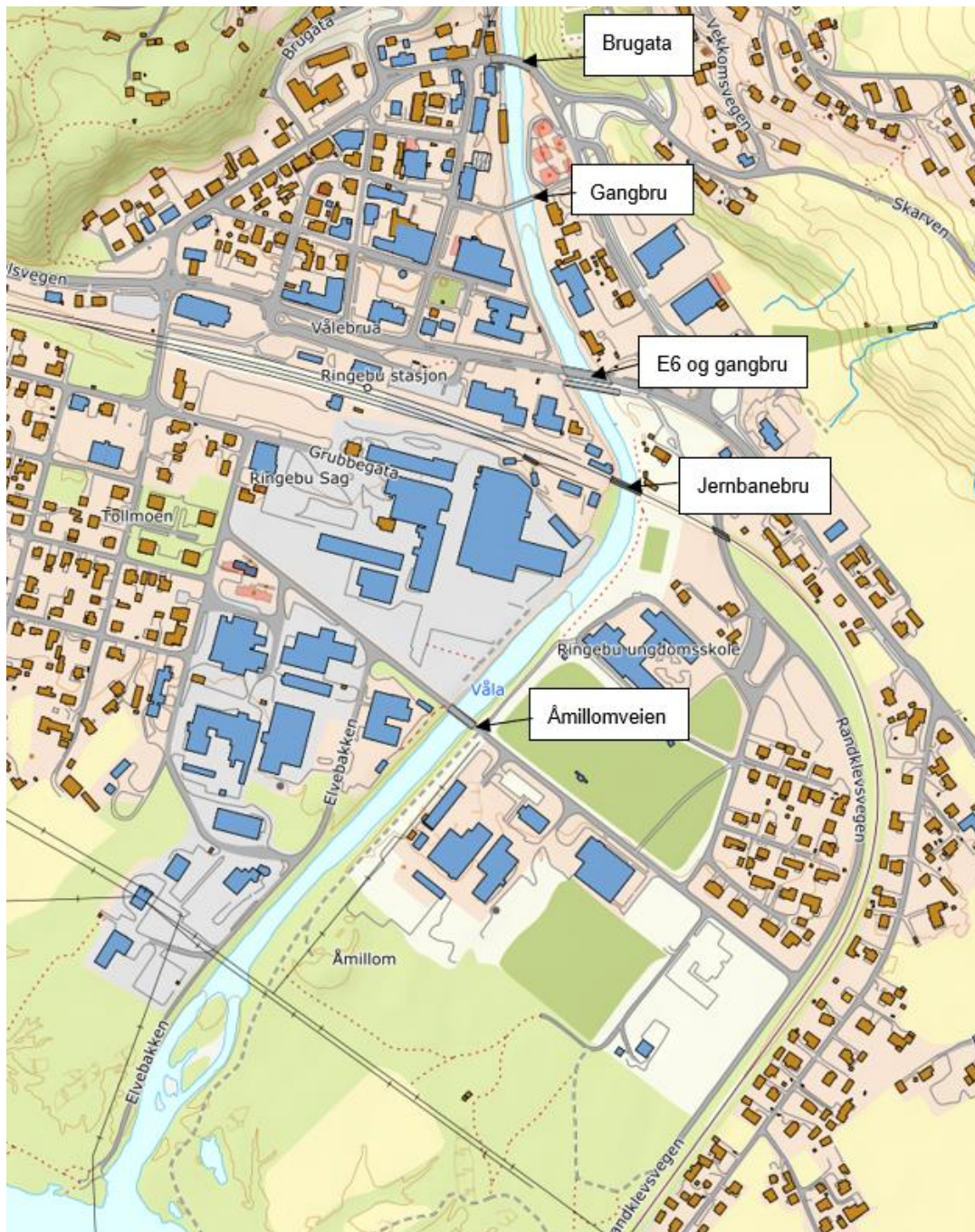
Alle topografiske data er oppgitt i UTM-sone 32N og NN2000 som høydereferanse.

### 3.2 Bruer

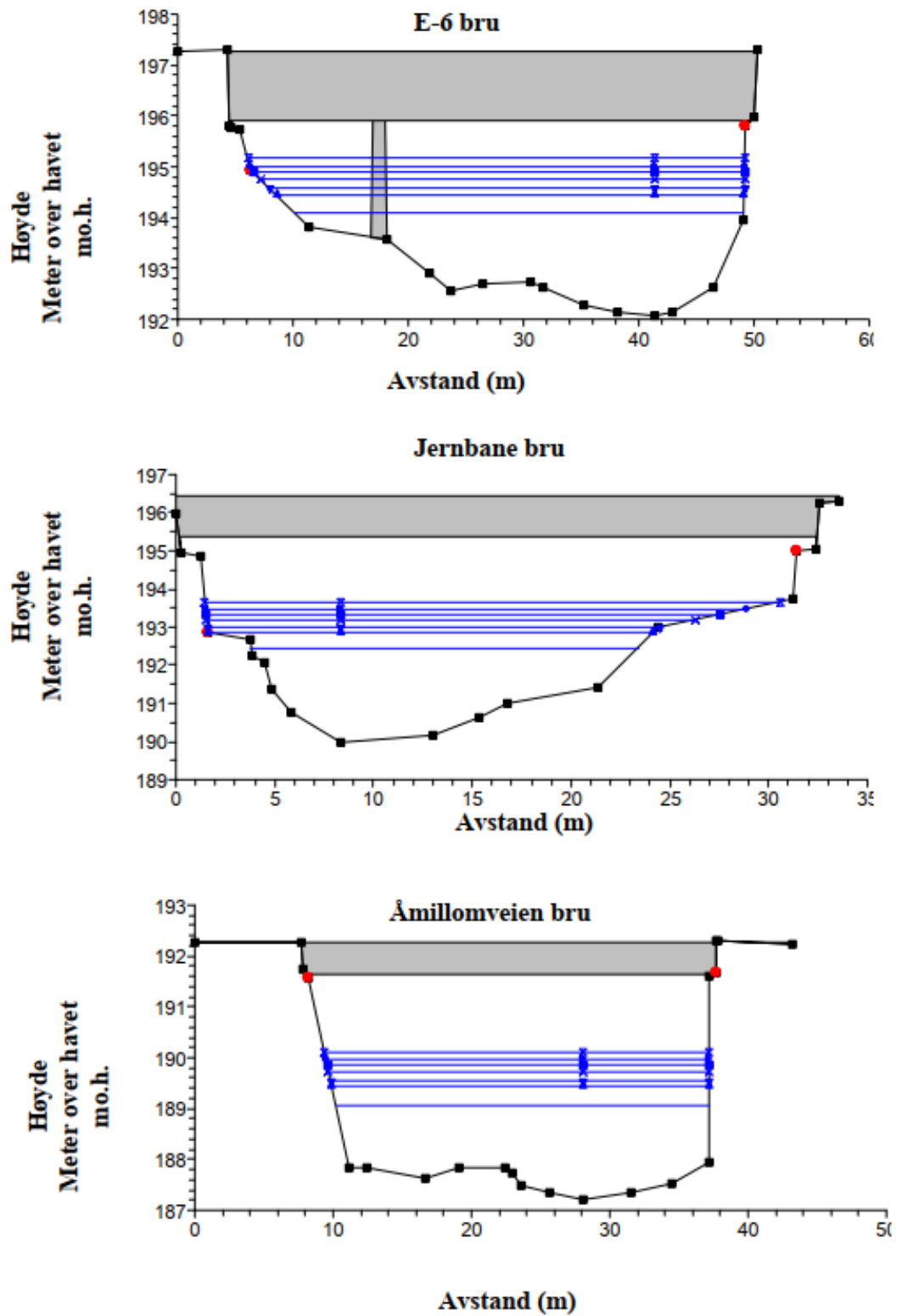
6 bruer krysser Våla (Figur 0-3). Veibruen i Brugata ligger lengst oppstrøms og en nyere gangbru krysser like nedstrøms. Videre nedstrøms krysser E6, og en ny gangbru Våla. 100 meter nedstrøms E6 krysser jernbanen elven og lengst nedstrøms i vassdraget krysser veibruen i Åmillomveien.

Det er innhentet tegninger av ny veibru i Brugata og jernbanebruen (Vedlegg A). Høyder og plassering av piler for de øvrige bruene er basert på tegninger i NVEs rapport (Naserzadeh & Larsen, 2004) (Figur 0-4). Det er undersøkt om vannstanden i Våla når opp til underkant brukar på bruene som krysser Våla. Brupilaren på E6 bruen er lagt inn i modellen for å vurdere påvirkning på vannstand og strømningsforhold. **Gangbruen som går parallelt med E6 har vi ikke informasjon om.**





Figur 0-3: Plassering av bruer som krysser Våla



Figur 0-4: Modell av bruer hentet fra NVEs flomsonekartlegging

### 3.3 Grensebetingelser

Sentrale parametere i modellen er oppsummert i Tabell 0-5. Oppstrøms grensebetingelser er dimensjonerende vannføring ved 200 årsflom + 20 % klimapåslag. Nedstrøms grensebetingelse er vannstand i Lågen ved 200 årsflom (Naserzadeh & Larsen, 2004).

Tabell 0-5. Sentrale parametere og verdier i den hydrauliske beregningen.

Parameter	
Oppstrøms grensebetingelser (vannføring)	228 m <sup>3</sup> /s
Nedstrøms grensebetingelser	Stage hydrograph 186,8 m
Tidssteg	Adaptivt etter gitt intervall av Courant-tallet

### 3.4 Mannings ruhetskoeffisient

Arealtype er hentet fra AR5-data over området. Mannings ruhetskoeffisient for de ulike arealtypene i modellen er hentet fra Vassdragshåndboka (Tharan Fergus, 2010) (Tabell 0-6). Det ble skilt mellom elveløp, skogkledd areal, jordbruksareal, bebyggd område og samferdsel.

Tabell 0-6. Valgt ruhet (Manningskoeffisient n) for de ulike arealtypene i modellområdet.

Arealer	Valgt ruhets-koeffisient (n)
Elveløp	0,04
Skog	0,15
Fulldyrket jord	0,04
Bebyggd	0,1
Samferdsel	0,02
Åpen fastmark	0,06
Innmarksbeite	0,03
Overflatedyrket jord	0,035

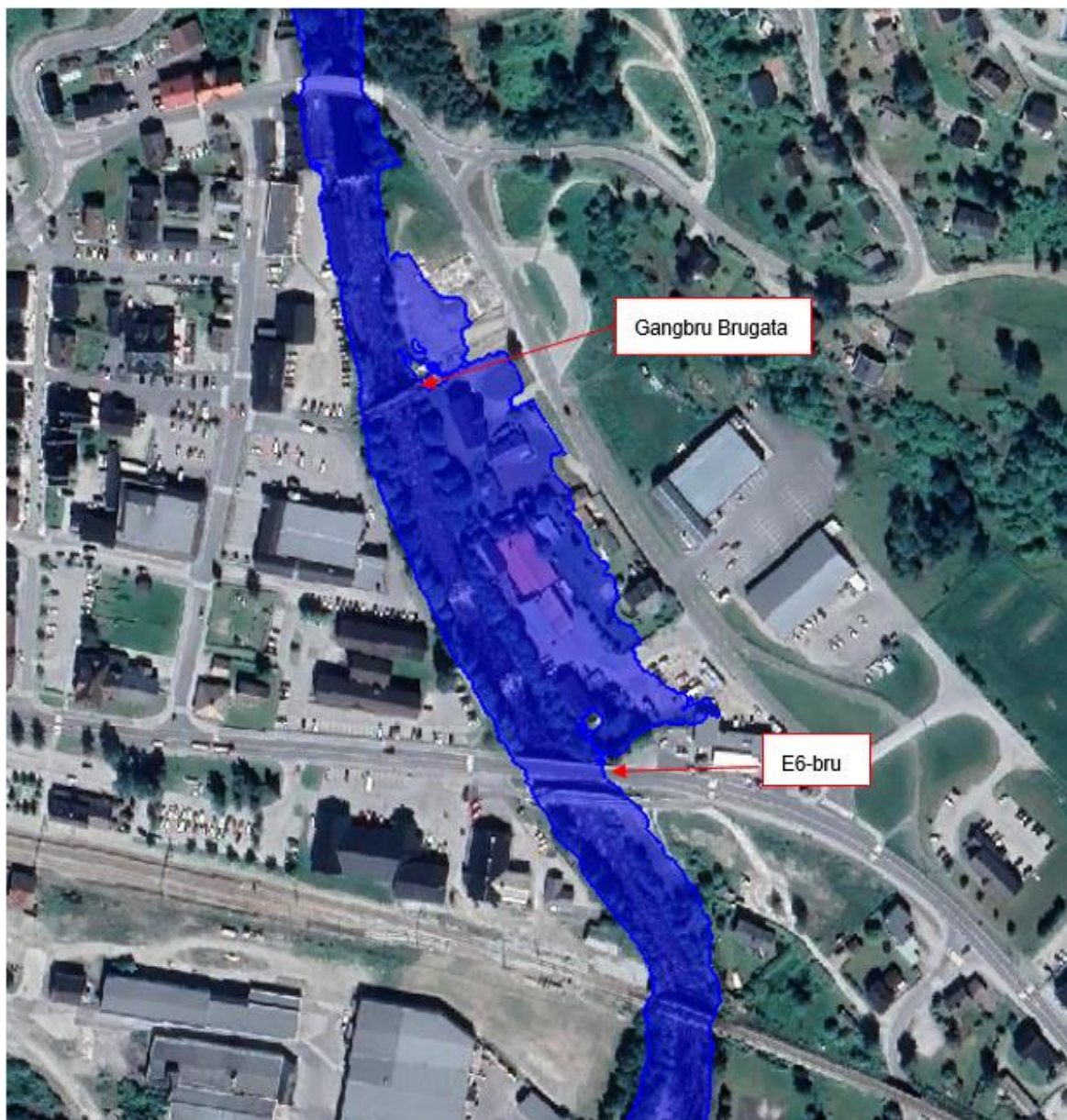


### 3.5 Resultat

Modellert flomsone for 200 årsflom inkl. 20 % klimapåslag

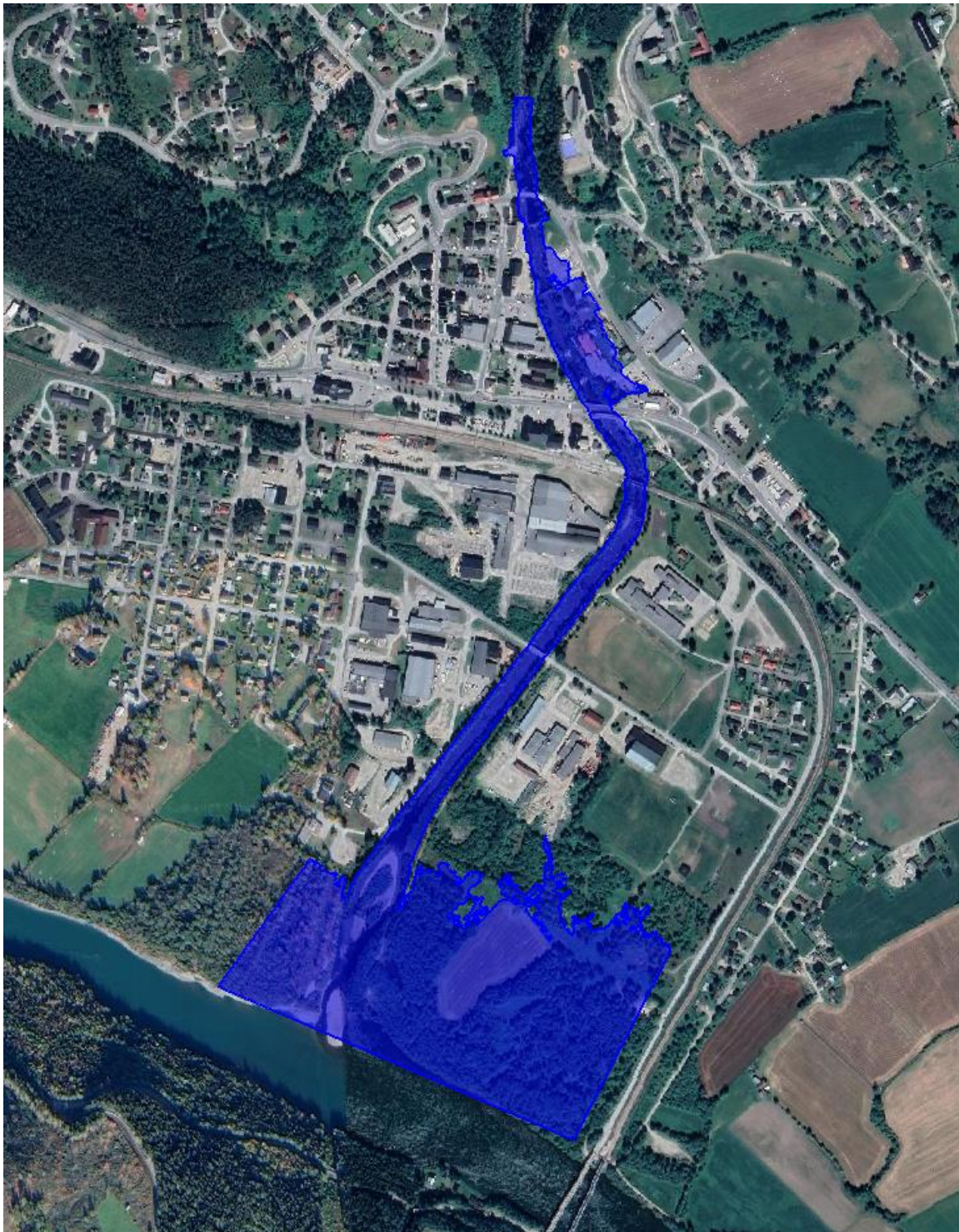
Modelleringen viser at området oppstrøms gangbruen i Brugata og E6-bruen er flomutsatt ved 200 årsflom i Våla (Figur 0-5). Vanndybden i terrenget her vil variere, men vil i begge områdene ha en maks på omtrent 30 cm med unntak av noen lokale lavpunkt. På resterende elvestrekning holder vannføringen seg innenfor elvebredden (Figur 0-6). Vannstand i Våla i 6 profiler, vist i Figur 0-7, er oppgitt i Tabell 0-7. Vannstanden i profilene er også vist i Vedlegg B.

Vannhastighetene i Våla er også beregnet i den hydrauliske modellen (Figur 0-8). Hastighetene varierer mellom 4 og 7 m/s (Tabell 0-7). De høyeste hastighetene oppstår i elveprofilen, mens i terrenget oppstrøms E6, hvor Våla går over sine bredder er vannhastighetene lave, under 1 m/s. Vannhastighetene ved bruene er oppgitt i Tabell 0-8.



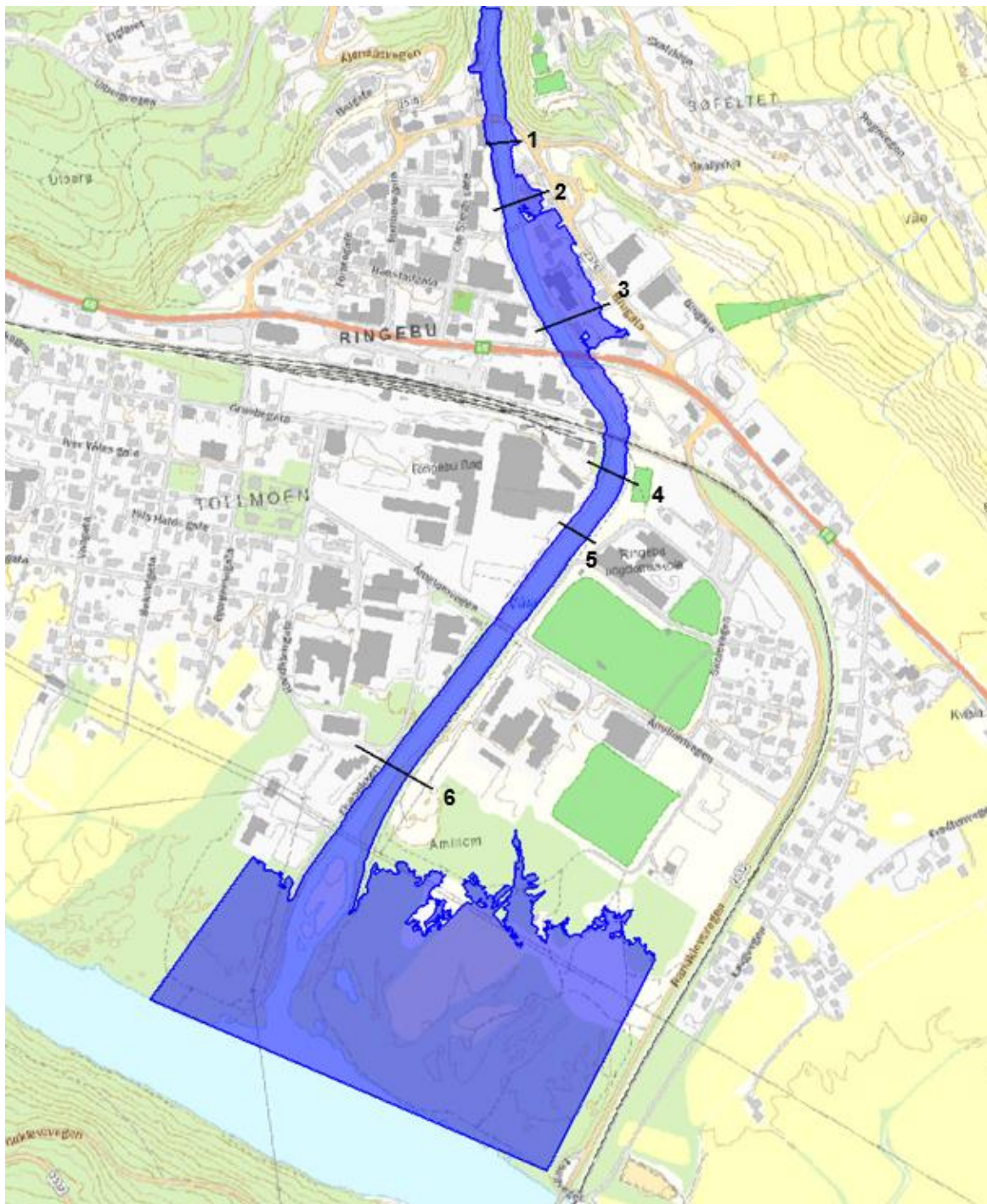
Figur 0-5: Flomsone oppstrøms E6



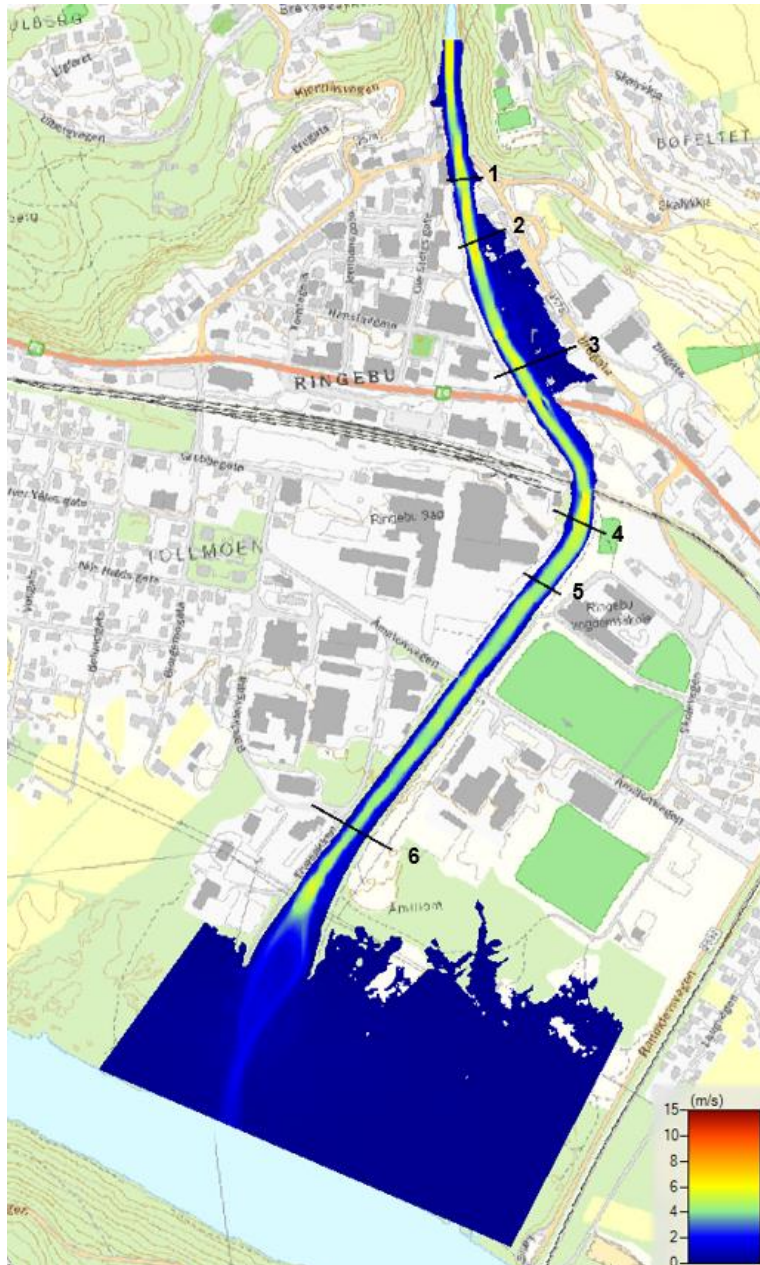


Figur 0-6: Flomsone Våla ved 200 årsflom inkludert 20 % klimafaktor





Figur 0-7: Flomsone Våla med profilinjer



Figur 0-8: Vannhastigheter ved 200 årsflom i Våla

Tabell 0-7: Vannstand og vannhastighet i Våla ved 6 profiler. Se profilenes plassering i Figur 0-7.

Profilnr.	Vannstand	Vannhastighet
1	199,4	5,3
2	198,2	6,0
3	196,2	5,3
4	193,2	5,5
5	192,3	4,3
6	188,7	4,1

### 3.5.1 Bruene

Det er undersøkt om vannstanden i Våla når opp til underkant brukar på bruene som krysser Våla. Høyder på bruene og plassering av pilarer er basert på tegninger, se 3.2. Brupilaren på E6 bruene er lagt inn i modellen for å vurdere påvirkning på vannstand og strømningsforhold. Modellerte vannstander ved bruene og høyde på underkant bruer er oppgitt i Tabell 0-8 og viser at vannstanden ved 200 årsflom ikke når opp til underkant brubane på noen av bruene, men fribordshøyden ved gangbruene i Brugata er lav.

Tabell 0-8: Vannstander i Våla ved brukryssningene

Plassering	Terrenghøyde/høyde underkant bru	Vannstand	Vannhastighet
Åmillombruene	191,6	190,7	5,1
Jernbanebruene	196,2	194,3	4,7
E6 bruene	197,0	195,7	5,5
Gangbru Brugata	197,9	197,7	5,3
Veibru Brugata	203,5	199,6	6,3

### 3.5.2 Sammenligning med tidligere flomsonekartlegginger

Resultatene i flomsonekartleggingen er sammenlignet med tidligere kartleggingen utført av NVE (Naserzadeh & Larsen, 2004) og Skred AS (Reinemo, 2020).

Forskjell i vannstand nedstrøms jernbanebruene mellom NVEs flomsone og flomsone i dette prosjektet ligger på mellom 40 - 70 cm. Dette skyldes blant annet at NVE har modellert med 200 årsflom uten klimapåslag. NVE har også målt inn elvebunnen i tverrprofilene, mens vår modell er basert på en terrenngmodell som har målt inn vannoverflaten i Våla, ikke elvebunnen. Endringer i terrenget siden NVEs kartlegging i 2004 kan også være en årsak til forskjellene.

Oppstrøms E6 går flomsone modellert av Skred AS og Sweco over Vålås bredder. Forskjellen i vannstand ved gangbruene i Brugata er 27 cm. Skred AS har ikke lagt på klimapåslag i sin flomberegning, men de har kjørt en sensitivetsanalyse hvor de har lagt på 20 % på 200 års flomverdi, som tilsvarer klimapåslaget. Denne økning ga en vannstandsøkning på 20 cm i modellen til Skred AS. Forskjellen i vannstand i de to modelleringen er da 7 cm.



### 3.5.3 Sensitivitetsanalyse

Vi har ikke tilgang på gode kalibreringsdata i Våla. Det er derfor utført en sensitivitetsanalyse ved å øke ruheten i modellen med 20 %. Ved økt ruhet øker vannstanden med opptil 30 cm i Våla (Tabell 0-9). Ved gangbruen i Brugata vil da vannstanden gå opp til underkant bru. Dette påvirker det flomutsatte området oppstrøms gangbruen, og det blir en økning i høyeste vannstand på omtrent 30 cm (med og uten 20 % økt ruhet). I det flomutsatte området oppstrøms E6 vil høyeste vannstand øke med omtrent 10 cm. Basert på sensitivitetsanalysen anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på 30 cm over modellert flomnivå.

Tabell 0-9: Vannstander i Våla ved 20 % økning i ruhet

Profilnr/bru	Terrenghøyde/høyde underkant bru	Vannstand	Vannstand v. 20 % økning i ruhet
1	-	199,4	199,6
2	-	198,2	198,5
3	-	196,2	196,3
4	-	193,2	193,5
5	-	192,3	192,5
6	-	188,7	188,9
Åmillombruen	191,6	190,7	190,9
Jernbanebruen	196,2	194,3	194,5
E6 bruen	197,0	195,7	195,9
Gangbru Brugata	197,9	197,7	198,0
Veibru Brugata	203,5	199,6	199,9

### 3.6 Risikoreduserende tiltak

I henhold til krav i Tek 17 skal byggverk plasseres eller sikres slik at de har tilstrekkelig sikkerhet mot skade grunnet erosjon.

I rapporten til Skred AS vises det bilder av erosjonsskring langs Våla og skader på erosjonssikringen. Det er ikke utført befaring i dette prosjektet, men vannhastigheten som er modellert tilsier at dersom det skal etableres bygg langs elvekanten vil det være behov for erosjonssikring.

### 3.7 Usikkerhet

Det finnes flere usikkerheter i en vannlinjemodell. Usikkerhet finnes i både flomberegningen samt usikkerhet i terrengdata og konvertering av disse. Sensitivitetsanalysen viser også at det er en usikkerhet knyttet til ruhet.

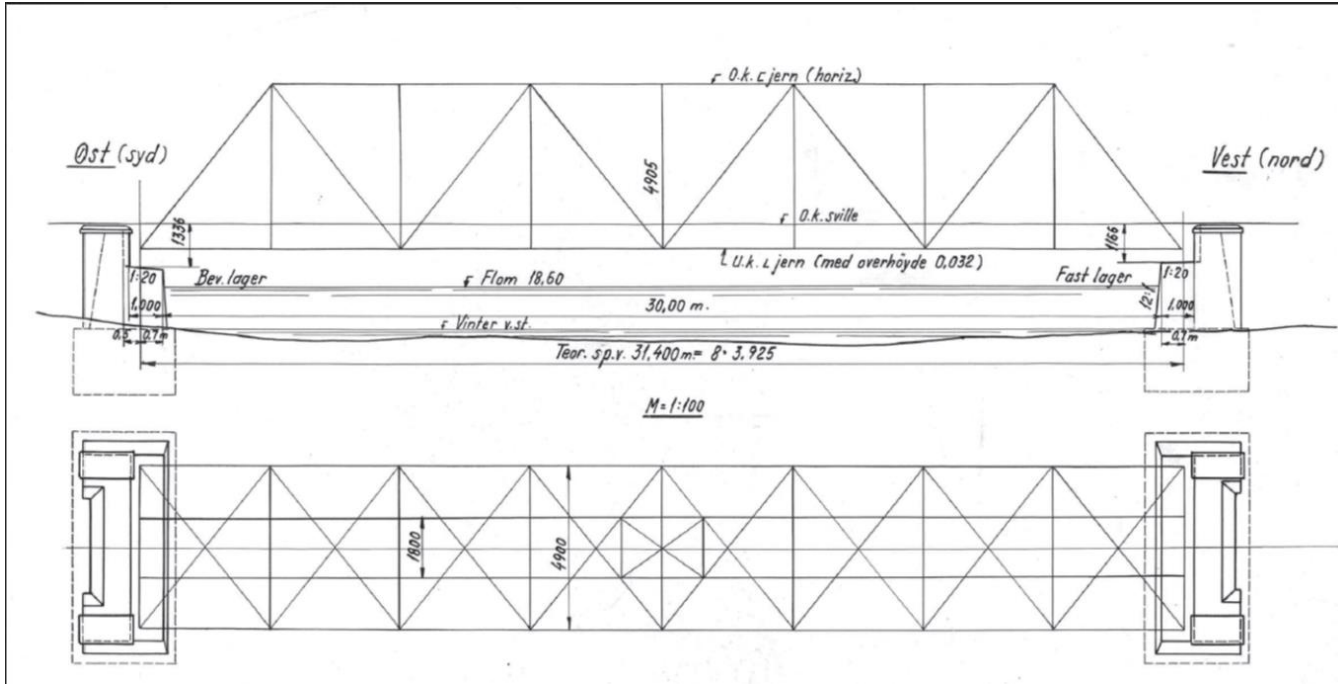
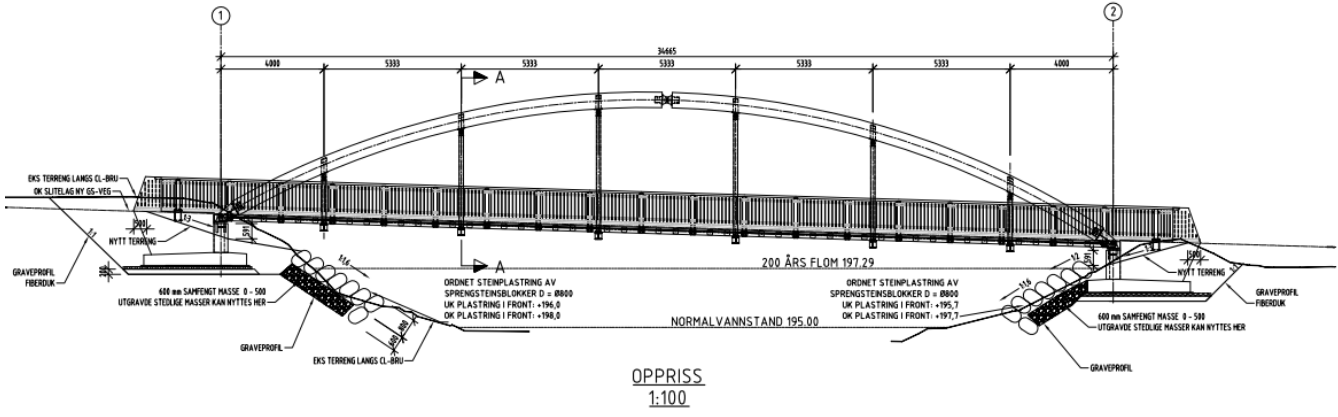
Generelt er det vurdert ei usikkerhet på +/- 0,3 m for 200-årsflaum i modellen. Basert på usikkerheten i modellen og flomberegningen anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på 30 cm over modellert flomnivå.

## Referanser

- Drageset, T.-A. (2000). *Flomberegning for Otta og Gudbrandsdalslågen*. NVE.
- HecRAS. (2022). Hentet fra U.S Army Corps of Engineers:  
<https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- Klimaservicesenter.no. (2022, 12 12). Hentet fra Klimaservicesenter:  
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler>
- Naserzadeh, A. R., & Larsen, C. K. (2004). *Flomsonekart delprosjekt Ringebu/Fåvang*. NVE.
- Reinemo, P. (2020). *Flomfarevurdering*. Skred AS.
- Tharan Fergus, K. A. (2010). *Vassdragshåndboka*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

# Vedlegg A

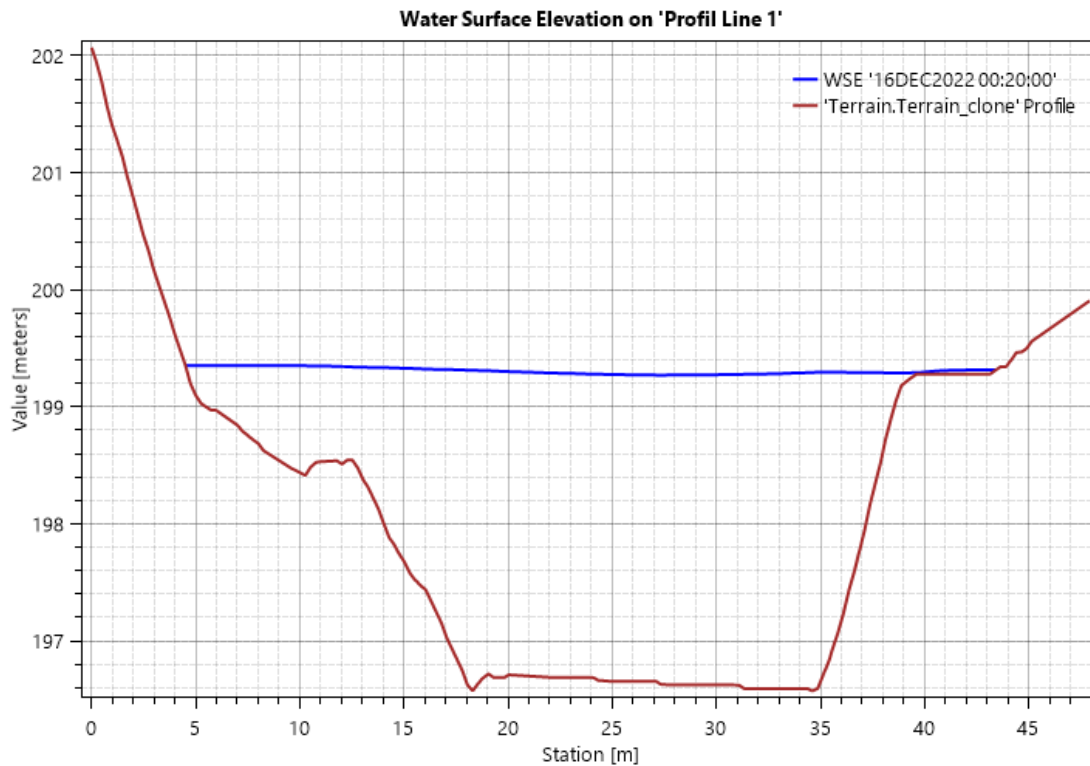
## Brutegninger



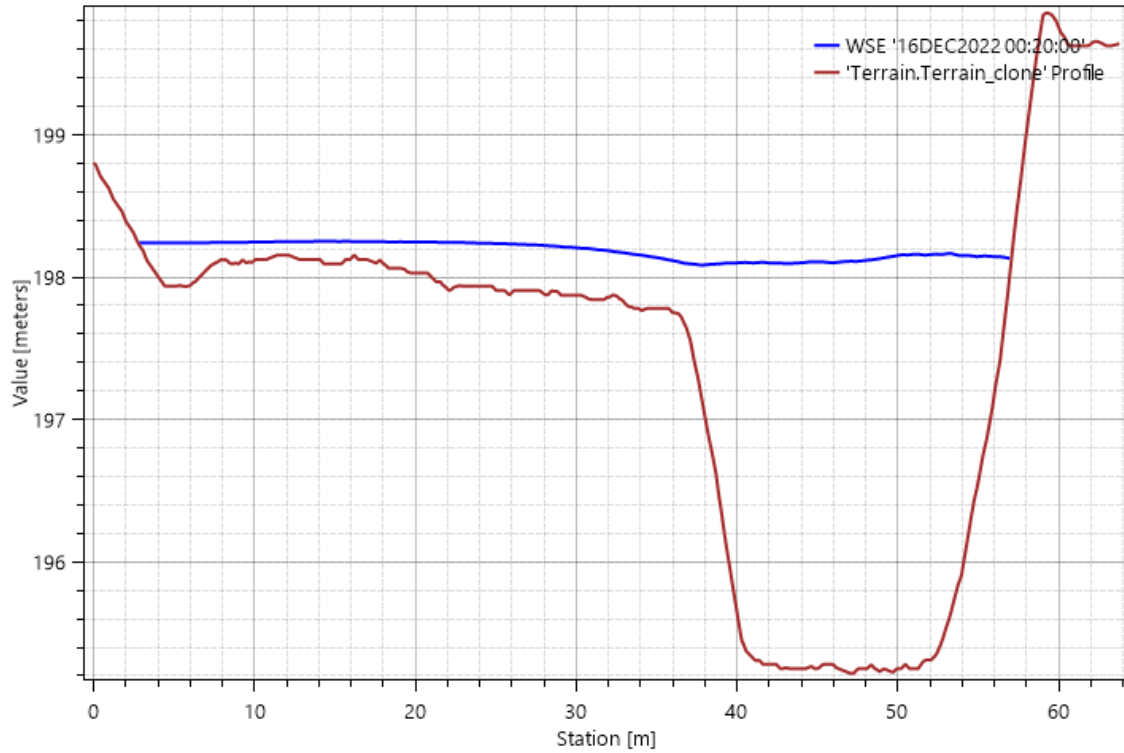


# Vedlegg B

Profilene viser vannstand i Våla. Stasjon 0 er på venstre side av elven når man ser nedover elven. Plassering av profilene vises i Figur 0-7.



**Water Surface Elevation on 'Profile Line2'**



**Water Surface Elevation on 'Profile Line 3'**

